

Analisa Pathloss Exponent Pada Daerah Urban dan Suburban

Satrio Nindito¹

Nur Adi Siswandari,² Okkie Puspitorini²

¹Mahasiswa Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

²Dosen Teknik Telekomunikasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS, Surabaya 60111

e-mail : odit.tinara@gmail.com

ABSTRAK

Path loss exponent memberikan tingkatan penurunan daya pada kanal nirkabel, oleh karena itu harus di perhitungkan secara akurat untuk efisiensi perancangan dan kinerja pada jaringan nirkabel. Path loss dapat timbul disebabkan oleh banyak faktor, seperti kontur tanah, lingkungan yang berbeda, medium propagasi (udara yang kering atau lembab), jarak antara antena pemancar dengan penerima, lokasi dan tinggi antena. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan pathloss exponent pada daerah Urban dan Suburban yang dibandingkan dan dianalisa. Dimana dalam pengambilan data, dilakukan dengan metode *drive test* menggunakan handphone *Sony Erricsson K790i* yang telah terintegrasi dengan software TEMS. Dari hasil data pengukuran, diolah untuk mendapatkan nilai pathloss exponent fungsi jarak dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi level daya terima. Dari hasil pengolahan didapatkan banyaknya halangan mempengaruhi level daya terima pada *Mobile Station* dan *coverage area* dari BTS.

Kata Kunci : *Path Loss Eksponen, Outdoor Radio Propagation Channel, drive test.*

I. Pendahuluan

Adanya Pathloss merupakan rugi-rugi lintasan yang terjadi antara antena pemancar dengan antena penerima. Dari nilai pathloss tersebut dapat ditentukan breakpoint. Breakpoint merupakan titik terluar dimana antena penerima dapat menerima sinyal dengan baik. Dewasa ini perkembangan jaringan komunikasi nirkabel sangat pesat tidak hanya daerah urban akan tetapi juga mencakup daerah suburban. Di tinjau dari daerah pelayanan urban maupun suburban tersebut, maka diperlukan pengamatan path loss exponen untuk menganalisa rugi – rugi pada jaringan nirkabel daerah tersebut.

II. TEORI PENUNJANG

2.1. Propagasi Radio

Berdasarkan jenisnya, propagasi gelombang radio dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu propagasi dalam ruang (Indoor) dan propagasi luar ruang (Outdoor). Dalam membangun suatu sistem komunikasi radio wireless khususnya propagasi

luar ruang perlu mempelajari tentang mekanisme dasar propagasi luar ruang. Dalam kenyataannya propagasi luar ruang dipengaruhi oleh kondisi ataupun luasnya suatu area khususnya bangunan atau gedung-gedung yang berada disekitarnya. Mekanisme dasar propagasi dikelompokkan menjadi 4[2], yaitu :

1. Refleksi (Pemantulan) terjadi apabila gelombang elektromagnetik berpropagasi mengenai dasar sebuah objek yang memiliki panjang 5 gelombang sangat besar dibandingkan dengan panjang gelombang dari gelombang yang berpropagasi itu sendiri.
2. Refraksi (Pembiasan) merupakan proses pemencaran atau pembelokan gelombang elektromagnetik.
3. Difraksi terjadi saat lintasan dari gelombang elektromagnetik yang berpropagasi dihalangi oleh permukaan yang tidak teratur (tajam,kecil) yaitu sebesar $< 0,5$.
4. Scattering (Penghamburan) terjadi dikarenakan saat perambatan sinyal terhalang oleh media yang mempunyai ukuran dimensi relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan panjang gelombang yang dikirim dari pemancar.

2.2. Spesifikasi Daerah Pengukuran

1. Urban

Wilayah perkotaan ditandai dengan kepadatan penduduk tinggi dan fitur manusia besar dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Daerah perkotaan mungkin kota, kota atau konurbasi, tetapi istilah ini tidak umum diperluas ke permukiman pedesaan seperti desa-desa dan dusun.

2. Sub-Urban

Wilayah sebagian besar mengacu pada daerah perumahan. Beberapa pinggiran kota memiliki derajat otonomi politik, dan sebagian besar memiliki kepadatan penduduk rendah dari lingkungan kota. Pinggiran kota cenderung berkembang biak di sekitar kota-kota yang memiliki banyak lahan datar yang berdekatan .

2.3. Path Loss

Persamaan Hata dapat diringkas sebagai berikut:

$$L(\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log_{10}(f) + [44,9 - 6,55 \log_{10}(h_b)] \log_{10}(d) - 13,82 \log_{10}(h_b) - A(hm) \quad (1)$$

Dimana :

$$A(hm) [\text{dB}] = 3,2(\log(11,75hm))^2 - 4,97$$

Dengan :

Lhata : Path loss (dB)

f : frekuensi (MHz)

hb : node B antenna height (m) = 30 m

d : jarak dari node B ke antenna mobile (km)

A(hm) : mobile antenna height gain correction factor

hm : mobile antenna height (m) = 1,5 m

$$L(\text{suburban})[\text{dB}] = Lp(\text{urban}) - 2 \{ \log_{10}(f/28) \}^2 - 5,4 \quad (2)$$

Path Loss adalah loss yang terjadi ketika data / sinyal melewati media udara dari antenna ke penerima dalam jarak tertentu. Path loss merupakan komponen penting dalam perhitungan dan analisis desain link budget sistem telekomunikasi.

2.4. Regresi

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen; respon; Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen, prediktor, X). Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan apabila terdapat lebih dari 1 variabel bebas, disebut sebagai regresi linier berganda.

Analisis regresi setidaknya-tidaknya memiliki 3 kegunaan, yaitu untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi.

Bentuk Umum Regresi Linier Sederhana

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Y : peubah takbebas

X : peubah bebas

a : konstanta

b : kemiringan

2.5. Pathloss Eksponen

Pathloss secara umum didefinisikan sebagai penurunan kuat medan secara menyeluruh sesuai bertambah jauhnya jarak antara pemancar dan penerima. Pengaruhnya sangat kuat, sehingga menimbulkan penurunan level daya pada sinyal yang diterima.

Pathloss eksponen merupakan parameter n yang sangat berpengaruh dalam menentukan batas kritis dari cakupan wilayah dan kapasitas sistem selular. Parameter tersebut dapat dicari dengan

berdasarkan pada data pengukuran yang tergantung dari tinggi antenna dan kondisi lingkungan sekitar. Secara umum, parameter n dapat dikelompokkan sesuai kondisi pada daerahnya, seperti yang terlihat pada tabel 1 berikut:

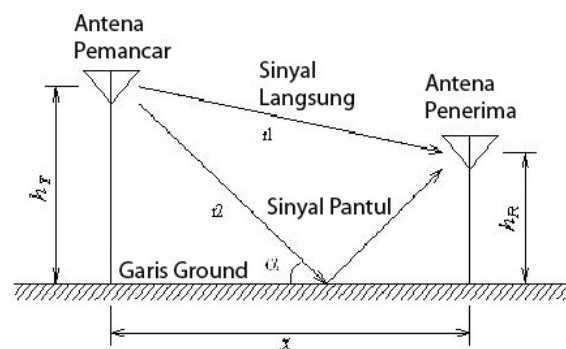
Tabel 1 Nilai n pada tipe daerah dan lingkungan yang berbeda [1]

Environment	Path Loss Exponent, n
Free space	2
Urban area cellular radio	2.7 to 3.5
Shadowed urban cellular radio	3 to 5
In building line-of-sight	1.6 to 1.8
Obstructed in building	4 to 6
Obstructed in factories	2 to 3

$$\overline{PL}(dB) = \overline{PL}(d_0) + 10 n \log_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (4)$$

Pada persamaas (4).[3] adalah perhitungan pathloss exponent, dimana $\overline{PL}(dB)$ adalah nilai Pathloss, $\overline{PL}(d_0)$ adalah pathloss pada saat jarak referensi dan n adalah nilai pathloss eksponen.

Two Ray Model



Gambar 1. Skenario Two-Ray Model

Skenario Two-Ray model diilustrasikan seperti pada gambar 3. Penjumlahan dari masing – masing sinar, daya penerima P_r untuk isotropic antenna dapat dihitung menggunakan persamaan (5).[3]:

$$P_r = P_t \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left| \frac{1}{r_1} \exp(-jkr_1) + \Gamma(\alpha) \frac{1}{r_2} \exp(-jkr_2) \right|^2 \quad (5)$$

Dimana $P_t = L + P_r(\text{pengukuran})$

Dengan, P_t adalah daya pancar, r_1 adalah pancaran langsung dari Tx ke Rx, r_2 adalah jarak pancaran dari Tx ke titik saat memantul ke tanah, dan Γ adalah koefisien refleksi. Besarnya koefisien refleksi tergantung dari besar sudut datang (α) yang dapat dihitung dengan persamaan (6).[3]:

$$\Gamma(\theta) = \frac{\cos\theta - a\sqrt{\epsilon_r - \sin^2\theta}}{\cos\theta + a\sqrt{\epsilon_r - \sin^2\theta}} \quad (6)$$

Dengan $\theta = 90 - \alpha$ dan $a = 1/\epsilon_r$ untuk polarisasi vertikal, $a = 1$ untuk polarisasi horizontal, konstanta dielektrik relatifnya bernilai $\epsilon_r = 15 - j60\tau\lambda$, dimana untuk konduktivitas permukaan tanah (τ) adalah 0,005 mho/m.

III. PENGAMBILAN DATA

Pengukuran dilakukan dengan metode drive test menggunakan software TEMS 8.0.3. Pada masing-masing BTS akan antenna sektoral yang di inginkan. Tahapan pengukuran:

- Menentukan lokasi pengukuran.
- Menentukan lokasi BTS yang akan di ukur.
- Melakukan pengambilan data berupa level daya menggunakan HP Sony Erricsson k800i dan posisi *latitude* dan *longitude* MS menggunakan GPS dimana kedua perangkat terintegrasi dengan software TEMS.
- Data hasil pengukuran di konversi menggunakan map info agar dapat di ambil per jarak yang di tentukan.
- Pengolahan data dilakukan menggunakan Metode Okumura-Hata untuk mendapatkan nilai pathloss secara teori. Sedangkan perhitungan Coverage Area menggunakan metode Two-Ray Model.
- Analisa dilakukan dengan membandingkan data dari hasil pengukuran dan hasil teori.

3.1 Lokasi Pengukuran

Lokasi pengukuran dilakukan di daerah urban yaitu Semolowaru dan Wonokromo untuk cluster residence, Tunjungan dan JMP untuk cluster CBD, Rungkut untuk cluster perkantoran dan suburban pada daerah Wiyung.

Setup Pengukuran



Gambar 2. Setup Pengukuran

Perangkat yang di gunakan:

1. Handphone Sony Erricsson K800i
2. Laptop Toshiba Sattelite C650-EZ1521
3. GPS (i-Blue 747 A+ Bluetooth Data Logger GPS Receiver)

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data menggunakan metode *drive test* dengan setup pengukuran seperti pada gambar 2. *Drive test* merupakan proses pengukuran sistem komunikasi

bergerak pada sisi gelombang radio di udara yaitu dari arah pemancar/BTS ke MS/handphone menggunakan handphone yang didesain secara khusus untuk pengukuran yang tersambung dengan GPS dan Software TEMS pada laptop. Dalam *Drive Test* antenna MS akan bergerak (*mobile*) untuk mengukur daya pancar dari BTS agar dapat diketahui didaerah mana saja yang tercakupi oleh sinyal dari suatu BTS.

Skenario Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan metode drive test dan terpusat hanya pada satu antenna sektoral saja. Setiap cluster akan diambil datanya dari 3 buah antenna sektoral yang mencakupi cluster tersebut. Dari tiga buah antenna sektoral tersebut akan diambil sepuluh garis mengikuti arah pancaran antenna sektoral. Tiap satu garis akan diambil 20 titik dari jarak awal 100(m) hingga 2000(m). Tiap titik menjadi acuan dalam pengukuran dan di masukkan ke dalam tabel.

Data hasil pengukuran

Dari pengukuran di dapatkan data yang sesuai dengan titik-titik yang telah ditentukan dari jarak terdekat hingga terjauh. Dengan titik awal pada jarak 500(m) dan titik akhir pada jarak 2000(m). data yang di peroleh berupa jarak dan Rx level seperti pada table 2.

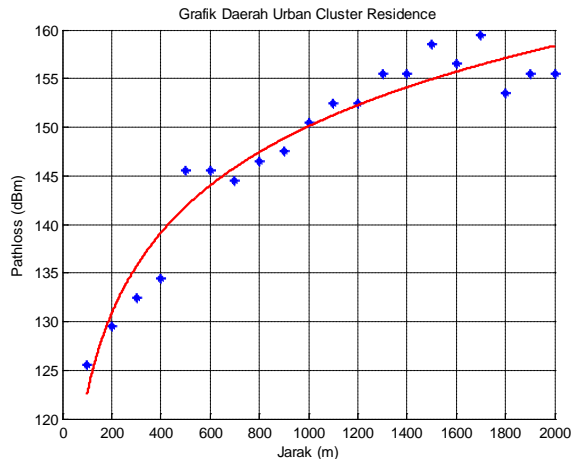
Tabel 2 Level Daya Terima Pada masing-masing *Cluster*

Jarak (m)	Level Daya Terima (Pr)(dBm)			
	Urban			Suburban
	CBD	Residences	Perkantoran	Wiyung
100	-58	-59	-67	-68
200	-65	-63	-69	-69
300	-72	-66	-75	-73
400	-76	-68	-80	-77
500	-79	-79	-75	-76
600	-82	-79	-77	-80
700	-84	-78	-87	-81
800	-86	-80	-90	-82
900	-86	-81	-98	-80
1000	-88	-84	-95	-83
1100	-85	-86	-87	-82
1200	-86	-86	-94	-78
1300	-85	-89	-104	-78
1400	-91	-89	-96	-82
1500	-106	-92	-90	-80
1600	-90	-90	-91	-91
1700	-89	-93	-90	-94
1800	-97	-87	-92	-95
1900	-120	-89	-91	-98
2000	-91	-89	-111	-108

IV. PENGOLAHAN DATA

4.1 Perhitungan Pathloss

Dari hasil pengukuran di gunakan frekuensi kerja dan jarak pengukuran untuk menghitung pathloss urban. Dimana daerah urban telah di tentukan pada daerah Semolowaru dan Wonokromo untuk cluster Residence, Tunjungan dan JMP untuk cluster CBD, Pathloss urban daerah urban cluster residence ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Grafik Pathloss Daerah Urban Cluster Residence

4.2 Pathloss Eksponen

Untuk menghitung parameter pathloss eksponen (n) digunakan persamaan (1) yang kemudian dikembangkan dengan persamaan Regresi Linier pada persamaan (3) dan (4) sehingga menghasilkan :

$$Y = a + bx \quad (7)$$

$$P_{dB} = a + b \log d \quad (8)$$

dengan nilai $y = \overline{PL}(dB)$, $a = \overline{PL}(d_0) - 10 \log n d_0$

dan $bx = 10 n \log (d)$

Proses pengolahan data menggunakan regresi linier ini dimulai dari melinierkan pathloss yang di rata-rata dan digunakan untuk variabel y sedangkan variabel x merupakan jarak logaritmik. Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai n untuk masing-masing *cluster* yang ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3 Nilai Pathloss Eksponen masing-masing *Cluster*

<i>Cluster</i>	Nilai Pathloss Eksponen (n)
Residences	2.74895
Central Bussiness Distric	3.29355
Perkantoran	2.6899
Suburban	1.72942

Dari data pathloss eksponen yang telah didapatkan diatas apabila dibandingkan dengan nilai pathloss eksponen pada tabel 1 maka *cluster Residences* dan *CBD* masuk kedalam kategori *Urban area cellular radio* dengan nilai n antara 2.7 sampai dengan 3.5. Sedangkan untuk *cluster Perkantoran* masuk kedalam kategori *Obstructed in factories* dengan nilai n antara 2 sampai dengan 3

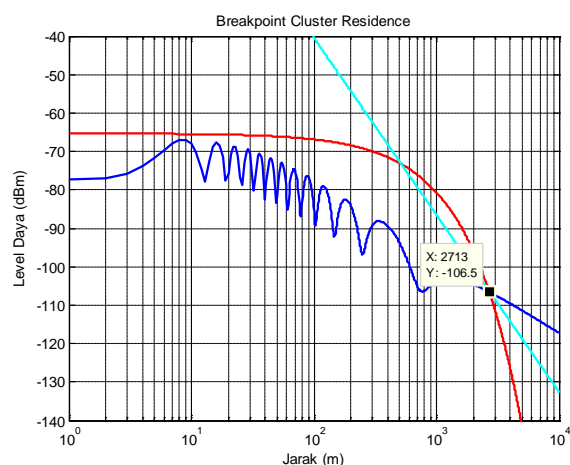
4.3 Coverage Area

Coverage area dirancang untuk menunjukkan area layanan dari komunikasi radio ke stasiun pemancar. Biasanya diproduksi untuk radio atau stasiun televisi, jaringan telepon selular, dan jaringan satelit. Area alternatif tersebut dikenal sebagai propagasi area ataupun *service area*.

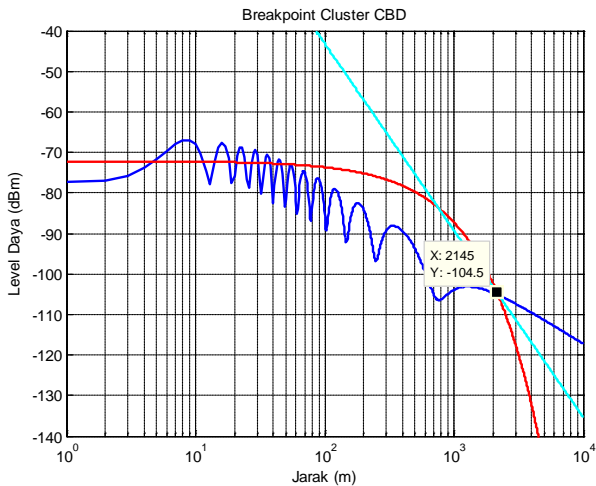
Biasanya *coverage area* akan menunjukkan area di mana pengguna dapat memperoleh sinyal yang baik dari suatu layanan provider menggunakan perlengkapan standar dalam kondisi pengoperasian normal. Selain itu, area tersebut juga dapat secara terpisah menunjukkan bidang layanan tambahan dimana penerimaan yang baik dapat diperoleh.

Breakpoint didefinisikan sebagai titik dimana nilai pathloss pada grafik pathloss mengalami penurunan secara terus-menerus, yang menunjukkan daya jangkau maksimum suatu pemancar. Nilai breakpoint dapat ditentukan dari grafik pathloss fungsi jarak. Untuk menentukan *breakpoint* dari suatu grafik digunakan regresi linier untuk *breakpoint* secara empiris berdasarkan grafik two-ray yang dihasilkan dan dibandingkan secara teoritis dengan persamaan *free space loss*.

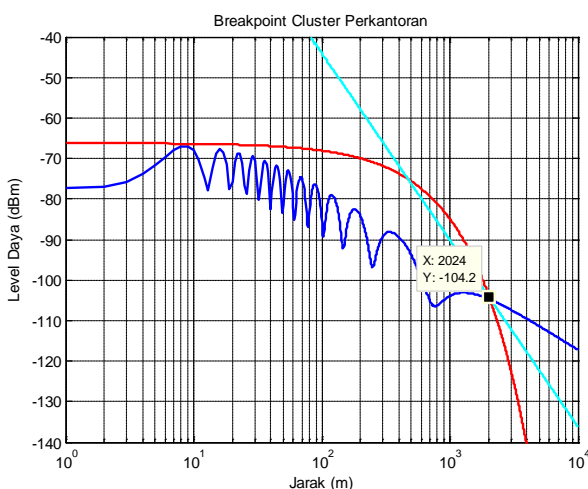
Grafik *Breakpoint* dihitung menggunakan persamaan (5) dan (6), untuk menghitung daya terima dari pengukuran, persamaan (3) untuk grafik regresi.



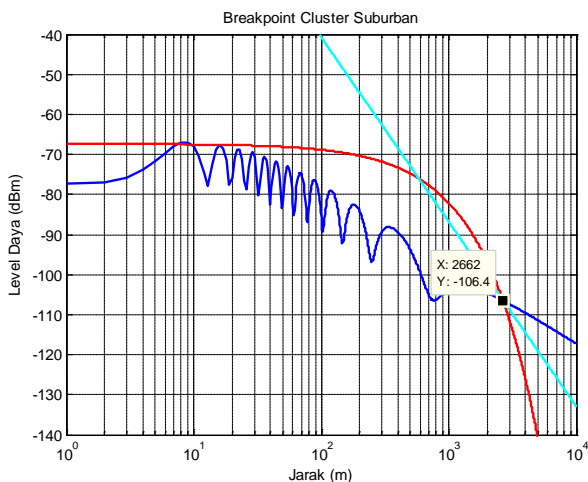
Gambar 4 Grafik *Breakpoint Cluster Residences*



Gambar 5 Grafik Breakpoint Cluster CBD



Gambar 6 Grafik Breakpoint Cluster Perkantoran



Gambar 7. Grafik Breakpoint Daerah Suburban

Dari hasil grafik Breakpoint diatas dapat diketahui seberapa jauh coverage area untuk masing-masing cluster. Untuk cluster Residences coverage areanya mencapai 2.71 km, Cluster CBD coverage areanya mencapai 2.15 km, sedangkan Cluster Perkantoran coverage areanya mencapai 2.02 km. Dan pada Suburban mencapai 2.66 km.

V. Kesimpulan

Setelah melakukan pengukuran, perhitungan, dan analisa maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin jauh jarak antara BTS dan MS level daya terima akan semakin kecil dari -60 hingga -100 dBm. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai macam penghalang yang membuat sinyal pancaran dari BTS tidak dapat diterima secara langsung oleh MS.
2. Nilai Pathloss Eksponen dapat dipengaruhi oleh tipe daerah yang berbeda di daerah urban dan suburban. Nilai Pathloss Eksponen akan semakin rendah apabila tipe daerahnya memiliki obstacle yang rendah. Sehingga, semakin tinggi obstacle yang menghalangi sinyal antara BTS dan MS maka nilai Pathloss Eksponennya akan semakin besar.
3. Dari hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan, nilai Pathloss Eksponen pada Cluster Residences adalah sebesar 2.74895, Cluster Central Bussiness Distric sebesar 3.29355 dan Cluster perkantoran sebesar 2.6899. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk daerah urban nilai pathloss eksponennya berkisar antara 2.6 sampai dengan 3.5. Sedangkan pada daerah suburban didapatkan nilai Pathloss Eksponen sebesar 1.72942.
4. Coverage area dari suatu BTS di daerah urban dapat mencakupi sampai dengan 2 km. Namun pada kenyataannya dapat pula jarak jangkauannya kurang dari nilai tersebut. Dan pada daerah suburban 3 km karena minimnya penghalang yang ada.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunil Srinivasa and Martin Haenggi, "Path Loss Exponent Estimation in Large Wireless Networks".
- [2] Rapaport T. S., "Wireless Communication – Principle & Practice", IEEE Press, pp 71-131, 1996.
- [3] Howard H. Xia, et all, "Radio Propagation Characteristics For Line-of-Sight Microcellular and Personal Communications", VOL.14, NO.10, OCTOBER 1993.
- [4] Nur Adi S., Okkie P., Rinie S., "Analisa Perbandingan Nilai Breakpoint Pemancar CDMA Menggunakan Model Okumura-Hata di Daerah Surabaya", Proceeding of the 11th, IES 2009, EEPIS-ITS, Surabaya, October 2009, ISBN : 978-979-8689-12-3.
- [5] Ubom, E.A, Idigo, V. E, Azubogu, A.C.O, Ohaneme, C.O, and Alumona, T. L. "Path loss Characterization of Wireless Propagation for South – South Region of Nigeria"